

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

Page Blank (uspto)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 42 30 047 C 1

⑤1 Int. Cl. 5:
H 01 J 35/14
H 01 J 1/52

②1 Aktenzeichen: P 42 30 047.9-33
②2 Anmeldetag: 8. 9. 92
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 14. 10. 93

DE 42 30 047 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

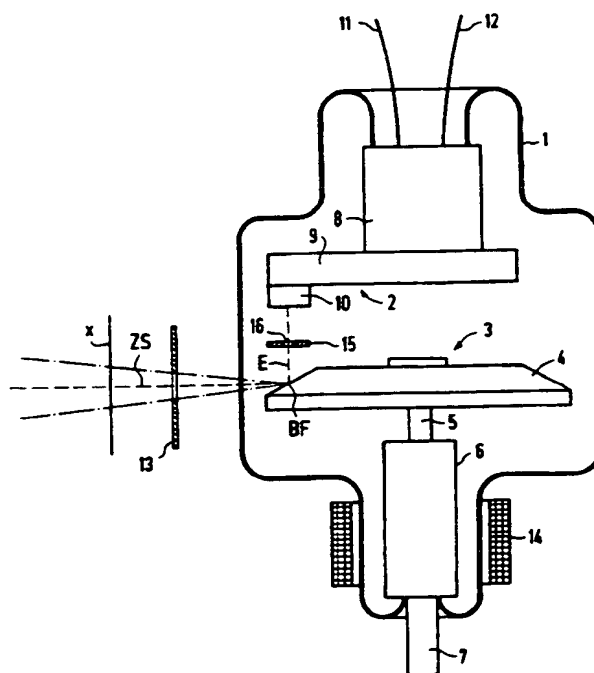
⑦2 Erfinder:
Fuchs, Manfred, Dipl.-Ing. (FH), 8500 Nürnberg, DE;
Hell, Erich, Dr., 8520 Erlangen, DE; Mattern, Detlef,
Dr., 8520 Erlangen, DE; Mertelmeier, Thomas,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8520 Erlangen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 26 623 C2
DE-OS 28 55 905
DE-OS 21 52 049

⑤4 Röntgenröhre

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhre mit einer Kathode (2) und einer Anode (3), bei der im Betrieb ein in einem Brennfleck auf der Anode (3) auftreffender, von der Kathode (2) ausgehender Elektronenstrahl (E) auf seinem Weg von der Kathode (2) zu der Anode (3) durch die Blendenöffnung (16) einer Blende (15) tritt, welche auf einem zwischen dem der Kathode (2) und dem der Anode (3) liegenden Potential liegt und zumindest in ihrem der Anode (3) zugewandten, die Blendenöffnung (16) umgebenden Bereich mit einer Schicht eines Materials niedriger Kernladungszahl beschichtet ist.



DE 42 30 047 C 1

Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhre mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1. Dabei dient die Blende der Vermeidung von extrafokaler Strahlung.

Extrafokale Strahlung kommt dadurch zustande, daß ein relativ hoher Anteil der im Brennfleck auf die Anode auftreffenden Elektronen zurückgestreut wird. Die Rückstreuung der Elektronen, die infolge der hohen Kernladungszahl, die das Material der Auftrefffläche der Kathode gewöhnlich aufweist, zum großen Teil fast ihre gesamte Primärenergie behalten haben, erfolgt über einen großen Raumwinkel verteilt. Die zurückgestreuten Elektronen kehren im Falle von Röntgenröhren ohne Maßnahmen zur Verhinderung extrafokaler Strahlung in dem elektrischen Feld zwischen Kathode und Anode vor Erreichen der Anode um und fallen auf die Anode zurück. Dabei treffen nur die wenigsten Elektronen wieder im Brennfleck auf. Die Mehrzahl der Elektronen trifft außerhalb des Brennfleckes auf die Anode auf.

Da bei der Verwendung von Röntgenröhren in diagnostischen Röntgenanlagen die erreichbare Bildqualität von Größe und Form des Brennfleckes abhängt, wird durch die rückgestreuten Elektronen eine Minderung der Bildqualität eintreten, da die durch das Auftreffen der rückgestreuten Elektronen auf der Anode erzeugte Röntgenstrahlung aus dem genannten Grund größtenteils nicht vom Brennfleck ausgeht.

Die Verteilung der Intensität der von einer Röntgenröhre ausgehenden Röntgenstrahlung weist entlang einer den Zentralstrahl des erzeugten Röntgenstrahlenbündels rechtwinklig schneidenden Geraden gemessen außerhalb des eigentlichen Nutzstrahlenbündels, dessen Breite durch die entsprechende Abmessung der Blendenöffnung der zu der Röntgenröhre gehörigen Primärstrahlenblende gegeben ist, erfahrungsgemäß einen "Sockel" von einigen Prozent der Gesamtintensität auf (siehe Fig. 2). Dieser "Sockel" oder Untergrund von extrafokaler Strahlung wirkt sich in der Computertomographie besonders störend aus, wo im Zusammenhang mit der Weichteildiagnostik besonders hohe Anforderungen bezüglich der Niedrigkontrastauflösung gestellt werden. Der Anteil der extrafokalen Strahlung an der gesamten Dosisbelastung eines Patienten kann bis zu 20% betragen, wenn man alle möglichen Entstehungs-orte extrafokaler Strahlung berücksichtigt. Eine Verminderung der extrafokalen Strahlung ist also auch aus Gründen der Dosisreduzierung wichtig.

Aus der DE 28 55 905 A1 ist eine Röntgenröhre bekannt, die eine Abschirmelektrode enthält, die verhindern soll, daß von der Kathode ausgehende Elektroden auf Teile des Vakuumgehäuses auftreffen. Diese Abschirmelektrode reduziert zugleich die extravokale Strahlung.

Außerdem ist aus der DE 34 26 623 C2 eine Röntgenröhre der eingangs genannten Art bekannt. Die die extrafokale Strahlung mindernde Wirkung der bei dieser Röntgenröhre vorgesehenen Blende beruht darauf, daß diese die von der Anode zurückgestreuten Elektronen einfängt und so verhindert, daß diese Elektronen auf die Anode zurückfallen. Allerdings entsteht auch beim Auftreffen der rückgestreuten Elektronen auf die Blende extrafokale Strahlung, die die Bildqualität mindert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Röntgenröhre der eingangs genannten Art so auszubilden, daß der Anteil extrafokaler Strahlung vermindert ist.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe durch das Merkmal des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst. Da die Ausbeute für die Erzeugung von Röntgenstrahlung proportional zur Kernladungszahl ist, läßt sich eine Verringerung der extrafokalen Strahlung erzielen. Gleichzeitig wird auch die Gefahr einer erneuten Rückstreuung von Elektronen vermindert, da auch der Anteil der an der Schicht zurückgestreuten Elektronen mit abnehmender Kernladungszahl des Materials der Schicht abnimmt. Unter niedrig im Sinne der Erfindung ist zu verstehen, daß die Kernladungszahl des Materials der Schicht wenigstens um den Faktor 3, insbesondere wenigstens den Faktor 5, vorzugsweise wenigstens den Faktor 10, geringer als die des Materials der Auftrefffläche der Anode ist.

Als Material für die Beschichtung eignet sich insbesondere pyrolytischer Kohlenstoff, da dieser mit $Z=6$ eine niedrige Kernladungszahl aufweist und Beschichtungen mit pyrolytischem Kohlenstoff durch CVD-Verfahren leicht herstellbar sind. Die Temperaturfestigkeit von pyrolytischem Kohlenstoff im Hochvakuum reicht bis 3000°C . Da der pyrolytische Kohlenstoff ein stark anisotropes Material ist, variiert der Temperaturausdehnungskoeffizient zwischen 1 und $15 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ für die unterschiedlichen Raumrichtungen. Eine Anpassung des Temperaturausdehnungskoeffizienten des pyrolytischen Kohlenstoffes an das Material der Blende ist jedoch durch geeignete Wahl der Prozeßbedingungen beim Aufbringen der Beschichtung in an sich bekannter Weise möglich.

Aus der DE-OS 21 52 049 ist es übrigens bereits bekannt, die Anode außerhalb des Brennfleckes bzw. im Falle von Drehanodenröhren außerhalb der Brennfleckbahn mit pyrolytisch abgeschiedenem Kohlenstoff zu beschichten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beige-fügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Röntgenröhre in grob schematischer Darstellung im Längsschnitt,

Fig. 2 die Verteilung der Intensität der von der Röntgenröhre nach Fig. 1 ausgehenden Röntgenstrahlung nach Durchtritt durch eine Primärstrahlenblende, und

Fig. 2 und 3 Variationen eines Details der Röntgenröhre gemäß Fig. 1.

In der Fig. 1 ist mit 1 der vakuumdichte Kolben der Röntgenröhre bezeichnet. An dessen einem Ende ist eine insgesamt mit 2 bezeichnete Kathodenanordnung vorgesehen. Am anderen Ende des Kolbens 1 befindet sich eine Drehanodenanordnung 3. Diese weist einen Anodenteller 4 auf, der mittels eines Schaftes 5 mit einem Rotor 6 verbunden ist. Der Rotor 6 ist in an sich bekannter, nicht dargestellter Weise auf dem sogenannten Anschlußstutzen 7 mit Hilfe von Wälzlagern drehbar gelagert. Die Kathodenanordnung 2 weist ein Kathodengehäuse 8 auf, das mit dem Kolben 1 vakuumdicht verbunden ist und einen Ansatz 9 aufweist. An dessen freiem Ende ist ein Kathodenbecher 10 vorgesehen, in dem eine in der Fig. 1 nicht sichtbare Glühkathode aufgenommen ist. Diese kann über Anschlüsse 11, 12 mit einem Heizstrom versorgt werden, so daß von der Kathode ein in der Fig. 1 strichliert angedeuteter Elektronenstrahl E ausgeht, der, wenn zwischen dem Anschluß 12 und dem leitend mit dem Anodenteller 4 verbundenen Anschlußstutzen 7 die Röhrenspannung anliegt, im sogenannten Brennfleck auf die Auftrefffläche des Anodentellers 4 auftrifft. Vom Brennfleck geht die erzeugte Röntgenstrahlung aus, die durch den Vakuumkolben nach außen tritt. Das in Fig. 1 strichpunktiert

angedeutete Nutzstrahlenbündel mit dem strichliert angedeuteten Zentralstrahl ZS tritt durch eine Primärstrahlenblende 13.

Um eine übermäßige Erwärmung des Anodentellers 4 im Bereich des Brennfleckes BF zu vermeiden, nur ca. 1% der der Röntgenröhre zugeführten Energie wird in Röntgenstrahlung umgewandelt, wird der Anodenteller 4 im Betrieb der Röntgenröhre in Rotation versetzt. Dies geschieht, indem einem den Kolben 1 im Bereich des Rotors 6 umgebenden elektrischen Stator 14 ein geeigneter Wechselstrom zugeführt wird, derart, daß der Stator 14 und der aus elektrisch leitfähigem Material gebildete Rotor 6 nach Art eines Kurzschlußläufermotors zusammenwirken.

Um dem Entstehen extrafokaler Röntgenstrahlung, also solcher Röntgenstrahlung, die nicht von dem Brennfleck BF ausgeht, entgegenzuwirken, ist zwischen der in dem Kathodenbecher 10 aufgenommenen Glühkathode und dem Anodenteller 4 eine Blende 15 vorgesehen, durch deren Blendenöffnung 16 der Elektronenstrahl E auf seinem Weg von der Glühkathode zu dem Anodenteller 4 verläuft. Die Blende 15 liegt auf einem Potential, das zwischen dem der Kathode, insbesondere der Glühkathode, und dem der Anode, d. h. des Anodentellers 4, liegt.

Mißt man die Verteilung der Strahlungsintensität in dem Nutzstrahlenbündel, nachdem es durch die Primärstrahlenblende 13 getreten ist, entlang einer den Zentralstrahl ZS rechtwinklig schneidenden Geraden x, so erhält man den in Fig. 2 dargestellten qualitativen Verlauf der relativen Strahlungsintensität I über dem Weg x. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß außerhalb des Nutzstrahlenbündels ein in Fig. 2 punktiert unterlegter "Sokkel" von extrafokaler Strahlung vorhanden ist, der insbesondere bei der Computertomographie die Niedrigkontrastauflösung nachteilig beeinflusst.

Um eine weitere Verminderung der extrafokalen Strahlung zu erreichen, ist im Falle der erfindungsgemäßen Röntgenröhre vorgesehen, daß die Blende 15 zumindest auf ihrer dem Anodenteller 4 zugewandten Seite in dem die Blendenöffnung 16 umgebenden Bereich in der aus Fig. 3 ersichtlichen Weise mit einer Beschichtung in Form einer Schicht 17 eines Materials niedriger Kernladungszahl beschichtet ist. Als Material für die Schicht 17 eignet sich insbesondere pyrolytischer Kohlenstoff. Kohlenstoff hat eine Kernladungszahl von 6. Übliche Werkstoffe für die Auftrefffläche von Anoden in Röntgenröhren weisen wie beispielsweise Wolfram mit einer Kernladungszahl $Z = 74$ eine erheblich höhere Kernladungszahl als die Schicht 17 auf.

Die Beschichtung der Blende 16 mit einer Schicht 17 eines Materials niedriger Kernladungszahl bietet hinsichtlich der Verminderung von extrafokaler Röntgenstrahlung einen doppelten Effekt:

Zum einen wird die Effizienz bei der Erzeugung von Röntgenstrahlung stark herabgesetzt, da die Ausbeute für die Erzeugung von Röntgenstrahlung beim Auftreffen von Elektronen proportional zur Kernladungszahl ist. Zum anderen werden auch weniger Elektronen als im Falle einer unbeschichteten Blende 16 zurückgestreut, da die Rückstreuung um so geringer ist, je geringer die Ordnungszahl des Materials ist, von dem die Elektronen zurückgestreut werden.

Da die Eindringtiefe der auf die Schicht 17 auftreffenden Elektronen relativ gering ist, genügt eine dünne Beschichtung mit einer Dicke in der Größenordnung von 100 μm .

In der Fig. 4 ist eine Blende 18 dargestellt, die anstelle

der Blende 15 verwendet werden kann. Die Blendenöffnung 19 der Blende 18 ist schachtartig ausgebildet und ebenso wie die dem Anodenteller 4 zugewandte Seite der Blende 18 mit einer Schicht 20 eines Materials geringer Kernladungszahl versehen. Während im Falle der Blende 15 die Gefahr besteht, daß in die Blendenöffnung 16 eingetretene bzw. durch diese hindurchgetretene Elektronen wieder zum Anodenteller 4 zurückfallen und dort außerhalb des Brennfleckes auf die Auftrefffläche auftreffen, ist im Falle der Blende 18 die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß diese Elektronen von der Blende 18 "eingefangen" werden, so daß eine nochmalige Vergrößerung der extrafokalen Strahlung erreicht wird.

Die Blenden 15 und 18 können auch auf ihrer von dem Anodenteller 4 abgewandten Seite bzw. an ihrer gesamten Oberfläche mit einem Material geringer Kernladungszahl beschichtet sein. In diesem Fall wird eine zusätzliche, wenn auch relativ geringe, Verminderung der extrafokalen Strahlung erreicht. Unter Umständen kann es aber auch genügen, nur eine streifenartige Beschichtung rings der Blendenöffnung 16 bzw. 19 vorzusehen.

Obwohl das beschriebene Ausführungsbeispiel eine Drehanoden-Röntgenröhre betrifft, kann die Erfindung selbstverständlich auch im Zusammenhang mit Festanoden-Röntgenröhren Verwendung finden.

Patentansprüche

1. Röntgenröhre mit einer Kathode (2) und einer Anode (3),

a) wobei im Betrieb der Röntgenröhre ein in einem Brennfleck auf der Anode (3) auftreffender, von der Kathode ausgehender Elektronenstrahl (E) auf seinem Weg von der Kathode (2) zur Anode (3) durch die Blendenöffnung (16; 19) einer Blende (15; 18) tritt,

b) welche auf einem zwischen dem der Kathode und dem der Anode liegenden Potential liegt,

dadurch gekennzeichnet,

c1) daß die Blende (15; 18) zumindest in ihrem der Anode (3) zugewandten, die Blendenöffnung umgebenden Bereich mit einer Schicht (17; 20) eines Materials niedriger Kernladungszahl beschichtet ist.

2. Röntgenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

c2) daß als Material der Schicht (17; 20) pyrolytischer Kohlenstoff vorgesehen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

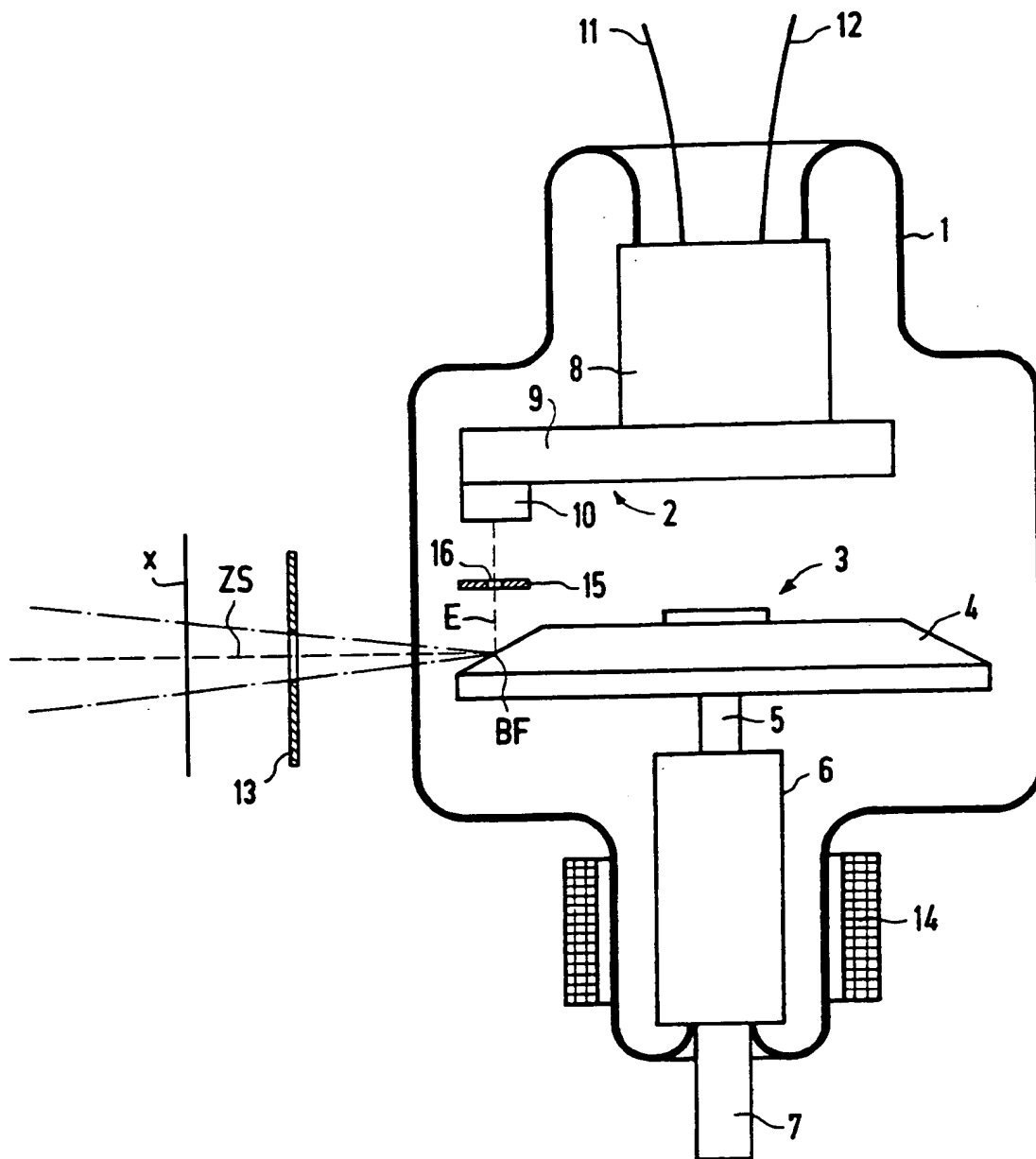


FIG 1

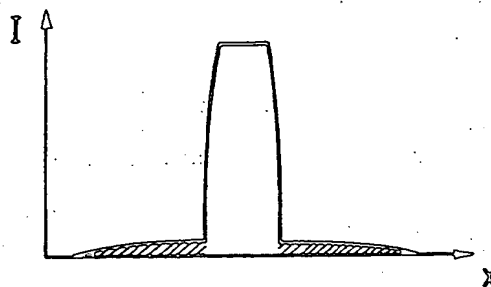


FIG 2

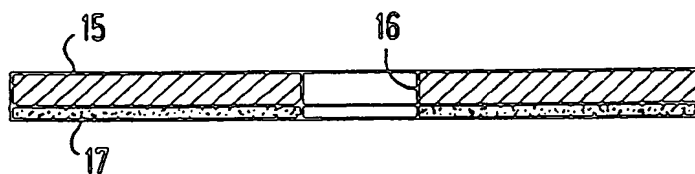


FIG 3

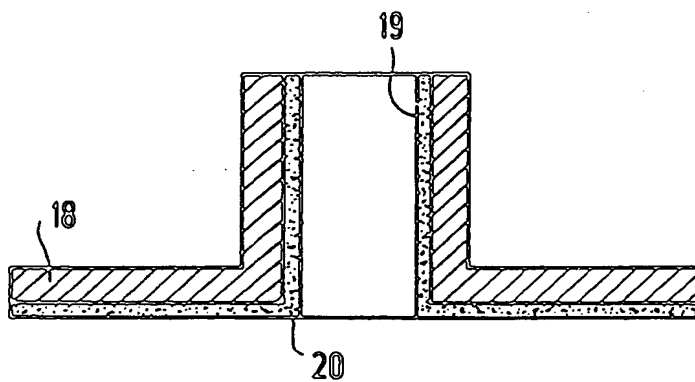


FIG 4